

Universidade de Lisboa

Faculdade de Medicina Dentária



**Estudo *in vitro* da adesão à dentina promovida por um
sistema universal – Scotchbond Universal – com e sem
pressão pulpar**

Marta Alexandra José Ramos

Dissertação

Mestrado Integrado em Medicina Dentária

2016

Universidade de Lisboa

Faculdade de Medicina Dentária



**Estudo *in vitro* da adesão à dentina promovida por um
sistema universal – Scotchbond Universal – com e sem
pressão pulpar**

Marta Alexandra José Ramos

Dissertação orientada

Pela Prof.^a Doutora Sofia Arantes e Oliveira

Mestrado Integrado em Medicina Dentária

2016

Agradecimentos

À minha orientadora, Professora Doutora Sofia Arantes e Oliveira, pela paciência, apoio, motivação e disponibilidade que sempre demonstrou. Agradeço todo o conhecimento que me transmitiu ao longo desta dissertação e o interesse pela investigação que incutiu em mim.

À Dra. Filipa Chasqueira, pela ajuda na realização deste estudo e pelas palavras de incentivo que me foi dirigindo.

À minha colega Filipa Rodrigues que me acompanhou durante esta jornada, pela amizade e boa disposição.

Aos meus colegas Carolina Carvalho, Diogo Almeida e Francisco Palha, com os quais partilhei os sucessos e os fracassos ao longo deste curso e pela genuína amizade que criamos.

Aos meus amigos, Ana Luísa Ferreira e Marcelo Silva que acompanharam todo o meu percurso académico e que sempre me incentivaram a continuar.

À minha família, principalmente aos meus pais pelo amor incondicional e por nunca me deixarem desistir dos meus sonhos.

Ao meu namorado Miguel por todo o apoio, paciência e carinho.

Um grande muito obrigada

Estudo *in vitro* da adesão à dentina promovida por um sistema universal – Scotchbond
Universal – com e sem pressão pulpar

Resumo

Objetivo: determinar se as forças de resistência adesiva e a morfologia da camada híbrida obtidas com um adesivo universal são influenciadas pelo seu modo de aplicação, *etch&rinse* e *self-etch* ou pela pressão pulpar positiva.

Materiais e métodos: 40 molares foram divididos em 4 grupos (A – sistema adesivo em modo *etch&rinse*; B – sistema adesivo em modo *self-etch*; C - sistema adesivo em modo *etch&rinse* sujeito a pressão pulpar; D - sistema adesivo em modo *self-etch* sujeito a pressão pulpar). Após aplicação do sistema adesivo (Scotchbond Universal®) e restauração com resina composta, os espécimes foram seccionados longitudinalmente em duas metades, das quais uma foi cortada nos sentidos mesio-distal e vestibulo-lingual para obter palitos com 1mm² utilizados no teste de microtração. A outra metade foi preparada para visualização da interface adesiva em microscopia eletrônica de varrimento. Os valores de resistência adesiva foram comparados utilizando os testes não paramétricos de Kruskal-Wallis e Mann-Whitney com uma significância de 5%.

Resultados: Na ausência de pressão pulpar, o Grupo A apresentou face ao Grupo B, a formação de uma camada híbrida mensurável, um grande número de prolongamentos de resina assim como prolongamentos acessórios. Observaram-se mais defeitos na interface dentina-adesivo, nos espécimes dos grupos com pressão pulpar comparativamente com os dos grupos sem pressão pulpar. Foi detetada uma diminuição significativa de resistência adesiva quando o sistema adesivo em modo *self-etch* foi aplicado com pressão pulpar comparativamente com o mesmo sistema sem pressão pulpar ($p<0,05$).

Conclusões: A presença de pressão pulpar positiva levou à criação de defeitos na interface dentina-adesivo, assim como a uma diminuição da resistência adesiva de um sistema adesivo universal quando utilizado no modo *self-etch*.

Palavras-Chave: Sistema adesivo universal, pressão pulpar, microtração, camada híbrida, microscópio eletrônico de varrimento

Estudo *in vitro* da adesão à dentina promovida por um sistema universal – Scotchbond
Universal – com e sem pressão pulpar

Abstract

Objectives: The purpose of this study was to determine if positive pulpal pressure or different etching modes (etch&rinse and self-etch) influence the microtensile bond strengths and the morphology of the hybrid layer promoted by an universal adhesive system.

Materials and Methods: 40 molars divided into four groups (A- adhesive system etch&rinse mode; B – adhesive system self-etch mode; C- adhesive system etch&rinse mode and positive pulpal pressure; D- adhesive system self-etch mode and positive pulpal pressure). After the application of the adhesive system (Scotchbond Universal®) and composite, the specimens were longitudinally sectioned in two halves: one was sectioned first in a mesio-distal direction and then in a buccal-lingual direction, to obtain sticks with 1mm² area. These sticks were used in the microtensile test. The other half of the specimen was prepared for hybrid layer characterization. The microtensile test data were subjected to non-parametric Kruskal-Wallis and Mann-Whitney tests. Statistical testing was performed at a 0.05 level of significance.

Results: In absence of positive pulp pressure, group A showed a measurable hybrid layer, plenty of resin tags and accessory resin tags too, when in comparison with group B. In the pulp pressure groups more defects on interface structure were seen comparing to non pulp pressure groups. A significant decrease in bond strength was detected when the adhesive system was applied in self-etch mode with pulp pressure compared with the same system but without pulp pressure ($p<0,05$).

Conclusions: The presence of positive pulpal pressure led to the creation of defects in the dentin-adhesive interface, as well as a decrease of adhesive strength of a universal adhesive system when used in self-etch mode.

Keywords: universal adhesive system, pulp pressure, microtensile bond strength, hybrid layer, scanning electron microscopy

Estudo *in vitro* da adesão à dentina promovida por um sistema universal – Scotchbond
Universal – com e sem pressão pulpar

Índice

Agradecimentos.....	i
Resumo.....	iii
<i>Abstract</i>	v
Lista de figuras	ix
Lista de tabelas	x
Abreviaturas	xi
Símbolos.....	xi
Unidades.....	xi
1. Introdução	1
2. Objetivos.....	6
3. Materiais e métodos	8
3.1. Desenho experimental	8
3.2. Materiais	9
3.3. Preparação dos espécimes	10
3.4. Microtração.....	12
3.5. Microscopia eletrónica de varrimento (SEM)	13
3.6. Análise estatística	15
4. Resultados.....	16
4.1. Caracterização morfológica da interface dentina-adesivo promovida pela aplicação do adesivo	16
4.2. Análise dos valores de microtração	18
5. Discussão	20
6. Conclusão.....	25
7. Referências bibliográficas.....	26
Anexo A – Tabelas	I

Estudo *in vitro* da adesão à dentina promovida por um sistema universal – Scotchbond
Universal – com e sem pressão pulpar

Lista de figuras

Figura 1 - Esquema de preparação dos espécimes, adaptado de (Oliveira, 2014)	9
Figura 2 – Adesivo universal utilizado no estudo: Scotchbond® Universal	10
Figura 3 - Resina composta (Grandio®SO flow) e ácido ortofosfórico (Vococid®) utilizados no estudo	10
Figura 4 – Dispositivo de pressão pulpar	11
Figura 5 – Aplicação do sistema adesivo	11
Figura 6 - Jig de Geraldeli com palito a submeter ao teste de microtração	13
Figura 7 - Palito a ser submetido ao teste de microtração	13
Figura 8 – Imagens de SEM da interface adesiva após estratégia <i>etch&rinse</i> , Grupo A (GA). Imagens GA1 e GA2 -ampliação 2000x. C- Compósito, A – Adesivo, H – Camada Híbrida.....	16
Figura 9 - Imagens de SEM da interface adesiva após estratégia <i>self-etch</i> , Grupo B (GB). Imagens GB1 e GB2 -ampliação 2000x. C- Compósito, A – Adesivo.....	17
Figura 10 - Imagens de SEM da interface adesiva após estratégia <i>etch&rinse</i> com aplicação de pressão pulpar, Grupo C (GC). Imagem GC1 – ampliação 500x; Imagens GC2 e GC3 -ampliação 2000x. C- Compósito, A – Adesivo, P –porosidade, H- Camada Híbrida.....	17
Figura 11 - Imagens de SEM da interface adesiva após estratégia <i>self-etch</i> com aplicação de pressão pulpar, Grupo D (GD). Imagem GD1 – ampliação 500x; Imagens GD2 e GD3 - ampliação 2000x. C- Compósito, A – Adesivo, S – <i>Smear layer</i>	17
Figura 12 – Gráfico que relaciona os valores de microtração, modo de aplicação do adesivo e pressão pulpar	18

Lista de tabelas

Tabela 1 – Materiais utilizados, respetiva composição e modo de aplicação	9
Tabela 2 – Média e desvio padrão dos valores de microtração (MPa) por grupo experimental	18
Tabela A. 1 – Testes de Kolmogorov-Smirnov para avaliação da normalidade da distribuição de valores.....	II
Tabela A. 2 - Testes de Levene para avaliação de homogeneidade.	II
Tabela A. 3 - Teste Kruskal-Wallis para análise dos valores de microtração entre os grupos experimentais.....	II
Tabela A. 4 - Teste Mann-Whitney para análise dos valores de microtração nos grupos sem pressão pulpar	III
Tabela A. 5 - Teste Mann-Whitney para análise dos valores de microtração nos grupos em que foi aplicada pressão pulpar.....	III
Tabela A. 6 - Teste de Mann-Whitney para análise dos valores de microtração entre os grupos <i>self-etch</i> com pressão pulpar e <i>etch&rinse</i> sem pressão pulpar	IV
Tabela A. 7 - Teste de Mann-Whitney para análise dos valores de microtração entre os grupos <i>self-etch</i> sem pressão pulpar e <i>etch&rinse</i> com pressão pulpar	IV
Tabela A. 8 - Teste Mann-Whitney para análise dos valores de microtração quando o adesivo é aplicado em modo <i>self-etch</i>	V
Tabela A. 9 - Teste Mann-Whitney para análise dos valores de microtração quando o adesivo é aplicado em modo <i>etch&rinse</i>	V

Abreviaturas

μ TBS – forças de microtração (*microtensile bond strenght*)

Bis-EMA – Bisfenol glietilmetacrilato (*ethoxylated bisphenol A glycol dimethacrylate*)

Bis-GMA - Bisfenol glicidil metacrilato

HEMA - 2-hidroxietil metacrilato

LED - díodo emissor de luz (*light-emitting diode*)

MDP - monómero metacriloxidecil fosfato (*10-methacryloyloxydecyl dihydrogen phosphate monomer*)

MET –Ácido metacriloiloxietil trimelítico (*4-methacryloyloxyethyl trimellitic acid*)

SEM - microscópio eletrônico de varrimento (*scanning electron microscope*)

Símbolos

% - Percentagem

pH – Potencial de hidrogénio

n – Tamanho da amostra por grupo

p – Significância estatística

α – Nível de significância

β – Poder da amostra

C – Constante da fórmula de Snedecor e Cochran dependente de α e β

s – Desvio-padrão na fórmula de Snedecor e Cochran

d – Diferença a ser detetada na fórmula de Snedecor e Cochran

Unidades

cmH₂O – unidade de pressão (centímetros de água)

μ m – unidade de medida (micrómetros)

°C – unidade de temperatura (graus Celsius)

nm – unidade de medida (nanómetros)

mm – unidade de medida (milímetros)

mm/min – unidade de velocidade (milímetro por minuto)

mm² – unidade de área (milímetros quadrados)

MPa – unidade de pressão (megapascal)

mW/cm² – unidade de intensidade de radiação (*microwatt* por centímetro quadrado)

M – unidade de concentração (molar – mol/dm³)

mL – unidade de volume (mililitros)

kV–unidade de tensão elétrica (quilovolts)

Estudo *in vitro* da adesão à dentina promovida por um sistema universal – Scotchbond
Universal – com e sem pressão pulpar

1. Introdução

Desde a fundamentação da técnica adesiva por Buonocore em 1955, os adesivos dentários têm evoluído rapidamente tornando-se, tendencialmente, mais simples de aplicar e com uma técnica menos sujeita a erros de operador. (Van Meerbeek *et al.*, 2010; Perdigão *et al.*, 2013)

Atualmente os adesivos podem ser divididos em dois grupos, de acordo com a sua interação com o substrato dentário: *etch&rinse* e *self-etch*. (Perdigão, 2010; Sezinando, 2014)

Os adesivos *etch&rinse* (também chamados nos seus primórdios de *total etch*) compreendem um ataque ácido, normalmente com ácido fosfórico a 30-40%, o qual é aplicado no esmalte e dentina em simultâneo, removendo a *smear layer*. Este grupo divide-se em dois sub-grupos: adesivos *etch&rinse* de três passos (ácido + *primer* + adesivo) e de dois passos (ácido + *primer*/adesivo). (Loguercio *et al.*, 2013; Van Meerbeek *et al.*, 2003; Perdigão, 2010)

A aplicação dos adesivos segundo a estratégia *etch&rinse* continua a ser a que dá origem a melhores resultados na adesão ao esmalte. Esta baseia-se na dissolução seletiva dos cristais de hidroxiapatite causada pelo condicionamento ácido, normalmente ácido fosfórico entre 30 a 40%, o que aumenta a área e a energia de superfície. (Meerbeek *et al.*, 2003; Loguercio *et al.*, 2013)

Na dentina, o condicionamento ácido expõe a rede de colagénio, a qual contém uma quantidade residual de hidroxiapatite. Assim, o mecanismo de adesão na dentina quando o adesivo é usado segundo uma técnica *etch&rinse* baseia-se sobretudo na difusão e infiltração (hibridização) da resina na rede de colagénio. (Meerbeek *et al.*, 2003)

Tanto na dentina, como no esmalte, a aplicação do ácido remove a *smear layer*. (Muñoz *et al.*, 2013) Esta estrutura forma-se aquando da preparação de cavidades dentárias com instrumentos rotatórios visto a matriz mineralizada ser danificada, formando uma quantidade considerável de detritos provenientes do seu corte. (Pashley 1984)

Embora os adesivos de três passos consigam obter forças de resistência adesiva elevadas na dentina, existem alguns fatores que podem influenciar o seu desempenho. (Bouillaguet *et al.*, 2001)

O condicionamento excessivo da dentina enfraquece a adesão, uma vez que as fibras de colagénio na base da camada de dentina desmineralizada não ficam completamente impregnadas com o adesivo. Adicionalmente existe o risco de colapso das fibras de colagénio devido a uma secagem excessiva após o condicionamento ácido, pois humidade da dentina é um fator de difícil controlo neste tipo de adesivos. (Bouillaguet *et al.*, 2001; Chen *et al.*, 2015) Com estas dificuldades, os sistemas adesivos *etch&rinse* são passíveis de causar sensibilidade pós operatória. (Meerbeek *et al.*, 2010)

Os adesivos *self-etch* não necessitam de um condicionamento ácido prévio à adesão visto que contém monómeros acídicos, os quais interagem com a *smear layer*, dissolvendo-a, mas não a removendo na sua totalidade, integrando-a na camada híbrida. De acordo com os seus componentes, os sistemas adesivos *self-etch* podem dividir-se em adesivos de dois passos (*primer* ácido + adesivo) e de um passo (*all-in-one*). (Meerbeek *et al.*, 2010; Perdigão, 2010)

Estes adesivos podem também ser classificados de acordo com o seu pH em:

- Fortes (pH≤1), interação de alguns micrómetros de profundidade na dentina e esmalte;
- Moderados (1<pH<2), interação com profundidade de 1-2µm;
- Suaves (pH≈2), interação com profundidade de 1µm;
- Ultra-suaves) (pH>2,5), interação com profundidade de algumas centenas de nanómetros. (van Meerbeek *et al.*, 2010; Sezinando, 2014)

As vantagens apontadas aos sistemas adesivos *self-etch* incluem um menor número de passos e por conseguinte um menor tempo de aplicação, menor sensibilidade da técnica e uma diminuição da sensibilidade pós-operatória. (Meerbeek *et al.*, 2010)

Os adesivos *self-etch* quando usados em esmalte, sem condicionamento ácido prévio geram menores forças de resistência adesiva e maior infiltração marginal. Quando aplicados em dentina, a infiltração desta pode ser muito ténue, sobretudo se o adesivo tiver um pH suave, comprometendo dessa forma a adesão. Por outro lado, os adesivos *self-etch* de um passo parecem formar uma membrana semi-permeável, que permite a difusão de água e é ineficaz na redução da permeabilidade da dentina, reduzindo assim a durabilidade da adesão. (Hosaka *et al.*, 2007; Perdigão *et al.*, 2013)

A longo prazo, os adesivos *self-etch* de um passo apresentam uma estabilidade de adesão inferior face a adesivos *etch-and-rinse* de três passos. (Marchesi *et al.*, 2014)

As diferentes possibilidades de aplicação dos adesivos dentários não condicionam o desempenho laboratorial nem clínico destes, demonstrando-se positivo em ambas as circunstâncias. (Meerbeek *et al.*, 2010)

Recentemente foi introduzido um novo grupo de adesivos designados universais, os quais podem ser aplicados nas abordagens *etch&rinse* ou *self-etch*, com a mesma solução e, alegadamente, sem alterar a eficácia da adesão, independentemente da estratégia utilizada. (Marchesi *et al.*, 2014; Perdigão *et al.*, 2014; Chen *et al.*, 2015)

Adicionalmente podem ser utilizados com uma técnica de condicionamento seletivo do esmalte, a qual combina as vantagens da abordagem *etch&rinse* no esmalte com a simplicidade do procedimento *self-etch* na dentina. (Marchesi *et al.*, 2014; Chen *et al.*, 2015; Perdigão & Swift, 2016)

A composição dos adesivos universais é invariavelmente complexa porém inclui com alguma frequência monómeros como o 10-MDP (metacrilóxidecilo fosfato). (Perdigão & Loguercio, 2014)

O 10-MDP é um monómero ácido devido às propriedades do seu grupo dihidrogenofosfato, o qual consegue dissociar-se em dois protões quando em presença de água. A sua longa cadeia carbonil torna o monómero hidrofóbico, tornando-o estável face à hidrólise. (Landuyt *et al.*, 2007)

Este monómero é capaz de formar ligações iónicas fortes com o cálcio devido à baixa dissolução dos sais que forma. (Landuyt *et al.*, 2007)

Face a outros monómeros ácidos, como o 4-MET e o P-Phenyl, o 10-MDP consegue estabelecer ligações mais fortes com a hidroxiapatite presente no esmalte e dentina. (Landuyt *et al.*, 2007; Van Meerbeek *et al.*, 2010; Marchesi *et al.*, 2014)

Especula-se que os resultados positivos de adesivos universais, em estudos laboratoriais e clínicos, sejam devido à forte adesão química promovida por este monómero. (Landuyt *et al.*, 2007; Perdigão & Loguercio, 2014)

Adicionalmente, os adesivos universais contêm solventes como o etanol e a água, os quais são indispensáveis quando se trata de adesão à dentina. A dentina, devido à sua natureza húmida, só permite uma boa infiltração quando é aplicado um adesivo hidrofílico. A presença de solventes permite diminuir a viscosidade dos *primers* e/ou dos adesivos devido à dissolução dos monómeros, o que irá melhorar a sua difusão na dentina. (Landuyt *et al.*, 2007)

A água é um solvente polar que, sendo hidrofílico, tem baixa capacidade de dissolução de compostos orgânicos, como os monómeros. A adição de um segundo

solvente, como a acetona ou o etanol, é necessária pois permite ultrapassar esta limitação. A elevada temperatura de ebulição associada à baixa pressão de vapor tornam a água um solvente difícil de remover após a aplicação do adesivo, sendo que a sua presença em excesso compromete as forças de resistência adesiva, pela inclusão de bolhas na camada de adesivo. (Landuyt *et al.* 2007)

Nos adesivos *etch&rinse*, a principal função da água é a promoção da difusão dos monómeros na rede de colagénio da dentina desmineralizada, sendo o solvente capaz de voltar a expandir uma rede colapsada, numa dentina que foi seca em excesso. Nos adesivos *self-etch*, a água é indispensável pois garante a ionização dos monómeros acídicos. (Landuyt *et al.*, 2007)

O etanol é também um solvente polar, porém tem uma pressão de vapor superior à água, o que permite uma melhor evaporação. A associação do etanol com a água forma uma solução azeotrópica, ou seja, há formação de ligações de hidrogénio entre as moléculas de água e o etanol, sendo a evaporação destes agregados mais eficaz que a evaporação de água apenas. (Landuyt *et al.*, 2007)

Deste modo, há uma maior remoção de água do adesivo o que permite a promoção da reação de polimerização, através da minimização de possíveis agentes que a pudessem inibir. (Landuyt *et al.*, 2007; Luque-martinez *et al.*, 2014)

Atualmente, o grande desafio dos adesivos é a obtenção de uma adesão igualmente eficaz na dentina e no esmalte, dois tecidos duros porém com composições diferentes. (Van Meerbeek *et al.*, 2010)

O esmalte é composto por hidroxiapatite (96%/peso), água e matéria orgânica, as quais representam os restantes 4%. Apresenta forças intermoleculares fortes e uma elevada energia de superfície. (Baier, 1992, citado por Sezinando, 2014; Park *et al.*, 2008) Por sua vez, a dentina, é também composta por hidroxiapatite (50%/volume), colagénio (30%/volume) e água (20%/volume), apresentando uma dureza menor que o esmalte, menores forças intermoleculares e baixa energia de superfície. (Baier, 1992, citado por Sezinando, 2014; Nakabayashi & Pashley, 1998, citado por Sezinando, 2014).

Além disso, é um substrato que se altera ao longo do tempo, sendo que a sua espessura aumenta e a sua permeabilidade diminui. (Perdigão, 2010)

Morfológicamente a dentina é composta por túbulos que se dirigem desde a junção amelocementária até à polpa. Os túbulos, de forma ligeiramente cónica, têm a sua porção mais larga junto à polpa, encontrando-se em maior número nesta região e

portanto aumentando a permeabilidade dentinária. (Garberoglio & Brannstrom, 1976; Perdigão, 2010)

Assim, num dente vital, a dentina apresenta uma superfície húmida devido à sua permeabilidade e à existência de um fluxo de fluído dentinário nos túbulos em direção ao exterior, promovido pela pressão pulpar positiva, estimada em 77 cm H₂O. (Brown & Yankowitz, 1964; Hassel, 1971; Ciucchi *et al.*, 1995; Pashley & Carvalho, 1997; Sauro *et al.*, 2007)

A pressão pulpar altera-se perante diferentes situações clínicas e fisiológicas e condiciona a permeabilidade dentinária. (Hassel, 1971; Reeder *et al.*, 1978)

Embora a água seja essencial numa primeira fase da adesão, permitindo a infiltração da resina na matriz de colagénio, pode conduzir à hidrólise do adesivo por esterases mas também à hidrólise do colagénio por enzimas collagenolíticas e gelatinolíticas endógenas e exógenas. (Liu *et al.*, 2011)

Adicionalmente, a presença de água influencia a qualidade da interface dentina-adesivo e pode diminuir a adesão entre a resina composta e a dentina. (Pashley & Carvalho, 1997)

Os estudos laboratoriais na área da dentisteria adesiva têm ganho popularidade provavelmente devido à rápida evolução dos adesivos e consequentemente ao seu elevado *turnover*. (Cardoso *et al.*, 2011)

Os estudos *in vitro* são importantes como um preditor inicial do sucesso dos adesivos porém não conseguem simular na totalidade as condições em que é realizada a adesão, não substituindo os ensaios clínicos, que permitem avaliar fatores como retenção, integridade marginal e microinfiltração. (Cardoso *et al.*, 2011; Heintze & Zimmerli 2011)

A presença de pressão pulpar pode aumentar a humidade da superfície dentinária, a qual pode interferir com a adesão. (Schiltz-Taing *et al.*, 2011)

Deste modo o presente estudo procura avaliar comportamento de um sistema adesivo universal quando a adesão é realizada sob pressão pulpar.

2. Objetivos

Este estudo *in vitro* teve como objetivo determinar se as forças de resistência adesiva e a morfologia da camada híbrida obtidas aquando da utilização de um adesivo universal são influenciadas pelo seu modo de aplicação, *etch&rinse* e *self-etch*, e por uma pressão pulpar positiva.

O objetivo geral foi conseguido através dos seguintes objetivos específicos:

1. Comparar a morfologia da camada híbrida promovida pela aplicação do adesivo em modo *etch&rinse* e *self-etch* sem a aplicação de pressão pulpar.

H₀: Não se verificam diferenças morfológicas na camada híbrida promovida pelas duas estratégias adesivas.

H₁: Verificam-se diferenças morfológicas na camada híbrida promovida pelas duas estratégias adesivas.

2. Comparar a morfologia da camada híbrida promovida pela aplicação do adesivo em modo *etch&rinse* com e sem a aplicação de pressão pulpar.

H₀: Não se verificam diferenças morfológicas na camada híbrida promovida pela aplicação do adesivo em modo *etch&rinse*, com aplicação de pressão pulpar.

H₁: Verificam-se diferenças morfológicas na camada híbrida promovida pela aplicação do adesivo em modo *etch&rinse*, com aplicação de pressão pulpar.

3. Comparar a morfologia da camada híbrida promovida pela aplicação do adesivo em modo *self-etch* com e sem a aplicação de pressão pulpar.

H₀: Não se verificam diferenças morfológicas na camada híbrida promovida pela aplicação do adesivo em modo *self-etch*, com aplicação de pressão pulpar.

H₁: Verificam-se diferenças morfológicas na camada híbrida promovida pela aplicação do adesivo em modo *self-etch*, com aplicação de pressão pulpar.

4. Analisar a influência do modo de aplicação do adesivo, em modo *etch&rinse* e *self-etch*, nos valores de resistência adesiva, sem pressão pulpar.

H₀: Não se verificam diferenças significativas nos valores de resistência adesiva obtidos nos dois tipos de estratégia adesiva.

H₁: Verificam-se diferenças significativas nos valores de resistência adesiva obtidos nos dois tipos de estratégia adesiva.

5. Analisar a influência da aplicação de pressão pulpar nos valores de resistência adesiva, quando o adesivo é aplicado em modo *etch&rinse*.

H₀: Não se verificam diferenças significativas nos valores de resistência adesiva obtidos com a aplicação de pressão pulpar.

H₁: Verificam-se diferenças significativas nos valores de resistência adesiva obtidos com a aplicação de pressão pulpar.

6. Analisar a influência da aplicação de pressão pulpar nos valores de resistência adesiva, quando o adesivo é aplicado em modo *self-etch*.

H₀: Não se verificam diferenças significativas nos valores de resistência adesiva obtidos com a aplicação de pressão pulpar.

H₁: Verificam-se diferenças significativas nos valores de resistência adesiva obtidos com a aplicação de pressão pulpar.

3. Materiais e métodos

3.1. Desenho experimental

No âmbito deste trabalho de dissertação, realizou-se um estudo comparativo *in vitro* de modo a analisar a influência da estratégia adesiva (*etch&rinse* e *self-etch*) e da aplicação de pressão pulpar, na morfologia da camada híbrida e nos valores de microtração obtidos com um sistema adesivo universal.

Previamente à execução do estudo propriamente dito, foi realizado um estudo piloto no qual foram preparados 3 espécimes para cada um dos grupos, no total de 12 espécimes, de acordo com o protocolo descrito de seguida.

Este estudo piloto teve como objetivo calcular o desvio-padrão dos valores de microtração e definir o tamanho da amostra.

Após conclusão do estudo piloto, o tamanho da amostra (n) a ser usada foi calculada com um nível de significância (α) de 0,05 e um poder (β) de 80%, com recurso à fórmula de Snedecor & Cochran: $n = 1 + 2C(s/d)^2$, em que s representa o desvio-padrão, d a diferença a ser detetada e C uma constante dependente dos valores de α e β seleccionados. (Clark, 1991)

Cada dente foi seccionado de modo a obter um disco de dentina, sendo que cada disco foi alocado a um dos 4 grupos, de acordo com o protocolo a utilizar (Fig.1):

- Grupo A: aplicação do sistema adesivo com a estratégia *etch&rinse*;
- Grupo B: aplicação do sistema adesivo com a estratégia *self-etch*;
- Grupo C: aplicação do sistema adesivo com a estratégia *etch&rinse*, submetido a pressão pulpar;
- Grupo D: aplicação do sistema adesivo com a estratégia *self-etch*, submetido a pressão pulpar.

Estudo *in vitro* da adesão à dentina promovida por um sistema universal – Scotchbond Universal – com e sem pressão pulpar

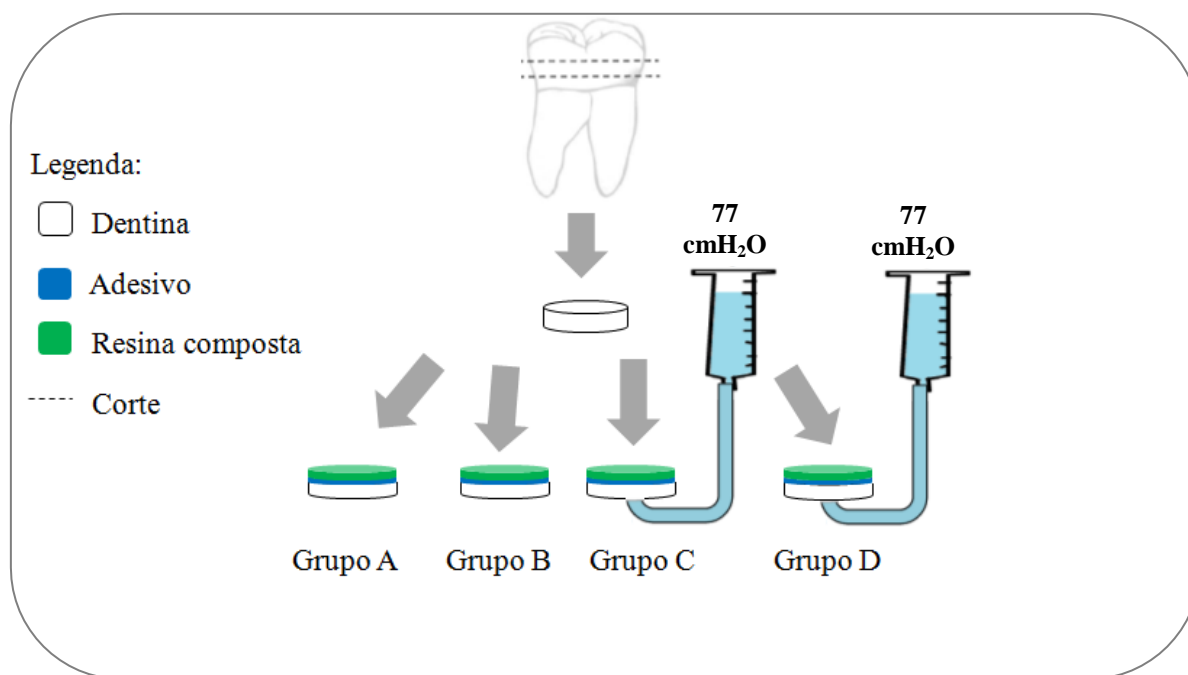


Figura 1 - Esquema de preparação dos espécimes, adaptado de (Oliveira, 2014)

3.2. Materiais

Os materiais utilizados estão descritos na tabela 1. (Figuras 2 e 3)

Material	Composição	Modo de aplicação
Scotchbond Universal® 3M ESPE, EUA Lote: 546190 Data de validade: 03/2016	Monómeros metacrilóxidecilo fosfato (10-MDP), 2-hidrocietilmetacrilato, HEMA, copolímero Vitrebond™ (copolímero de ácido acrílico e ácido itacônico), partículas de carga, etanol, água, iniciadores à base de canfroquinona, silano, ácido propenoico, compostos metilados produtos de reação com 1, 10-decanediol e óxido fosfórico (P ₂ O ₅), (dimetilamino) metacrilato, dimetilaminobenzoato, metil etil cetona pH (a 20°C) = 2,7	<i>Etch&rinse</i> 1 - Aplicar ácido fosfórico (35%) durante 15 segundos. Lavar com água e secar com ar ou <i>pellet</i> de algodão; 2 - Aplicar o adesivo ativamente durante 20 segundos; Secar com ar durante 5 segundos; 3 -Fotopolimerizar 10 segundos. <i>Self-etch</i> 1 - Aplicar o adesivo ativamente durante 20 segundos; Secar com ar durante 5 segundos; 2 - Fotopolimerizar 10 segundos.
Vococid® Voco GmbH, Alemanha Lote:1535595 Data de validade: 12/2017	Ácido fosfórico a 35% pH(a 20°C)= 0,8	1 - Aplicar na superfície de dentina a condicionar durante 15 segundos. 2 - Lavar e secar com seringa de ar até ser removida a água em excesso
Grandio® SO flow Voco GmbH, Alemanha Lote: 1551095 Data de validade: 06/2018 Cor A3	Bis-GMA, trietilenoglicol dimetacrilato, Bis-EMA, 81% peso de partículas de carga	1 - Após aplicação do sistema adesivo, colocar a resina composta diretamente no dente com a seringa dispensadora. 2 - Fotopolimerizar 20 segundos (mínimo 500mW/cm ²)

Tabela 1– Materiais utilizados, respetiva composição e modo de aplicação



Figura 2 – Adesivo universal utilizado no estudo: Scotchbond® Universal



Figura 3 - Resina composta (Grandio®SO flow) e ácido ortofosfórico (Vococid®) utilizados no estudo

3.3. Preparação dos espécimes

Foram utilizados 40 molares humanos, não cariados, e armazenados em Cloramina T a 0,5% a uma temperatura de cerca de 4°C por um período máximo de 6 meses. A recolha dos dentes foi realizada sem identificação dos doadores e aprovada pela comissão de ética da Faculdade de Medicina Dentária da Universidade de Lisboa.

As raízes e o terço oclusal foram removidos através de uma secção transversal executada com uma máquina de corte Isomet 1000 Precision Saw (nº série 666-IPS-03518; Buehler, Lake Bluff, IL, EUA), na qual foi colocado um disco de corte impregnado de diamante (Lapcraft, OH, EUA; 4" x .012" x ½"), obtendo-se discos de dentina. Procedeu-se à remoção da polpa e seguidamente a superfície oclusal foi polida com lixa de grão 600 (Buehler, Lake Bluff, EUA) tendo sido depois criada uma *smear-layer* padronizada com uma lixa de grão 320 (Ref.: 30-5218-320; Buehler, Lake Bluff, IL, EUA), durante 2 minutos, obtendo-se desta forma uma espessura de 1 a 2mm desde o corno pulpar até à superfície oclusal.

Os discos de dentina obtidos foram alocados aleatoriamente nos quatro grupos de estudo, distinguidos pela estratégia de adesão e pelas condições nas quais esta é realizada (Figura 1).

Nos grupos submetidos a pressão pulpar, grupos C e D, foi utilizado um dispositivo baseado nos elaborados por Sauro *et al.* que permite simular a pressão pulpar positiva durante a aplicação do adesivo. (Sauro *et al.*, 2007) (Figura 4)

Previamente à realização dos procedimentos adesivos, cada um dos espécimes dos grupos C e D foi colado a uma placa de acrílico com ciano-acrilato (Loctite Super Cola 3, Henkel, Alverca, Portugal), sendo a câmara pulpar ligada a um sistema de pressão hidráulico a 77cmH₂O, por intermédio de uma agulha 18G. O espécime foi submetido a pressão pulpar durante 10 minutos, para que toda a câmara pulpar e túbulos dentinários

fossem preenchidos. Após este período de tempo, foi realizada a adesão com os espécimes ligados ao dispositivo de pressão pulpar.

No grupo C, no qual foi utilizada uma adesão *etch&rinse*, previamente à aplicação do adesivo, a superfície de dentina foi condicionada com ácido fosfórico a 35% (Vococid[®], Voco, Alemanha), segundo as instruções do fabricante. Após a aplicação do adesivo (Scotchbond Universal[®], 3M, EUA), a superfície de cada espécime foi fotopolimerizada (1200 mW/cm², Bluephase[®] 20i, LED *curing light*, nº de série 506160, Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein), de acordo com as indicações do fabricante. (Figura 5)

De seguida, os espécimes foram restaurados com três incrementos de 2mm de resina composta nanohíbrida (Grandio[®] SO Flow, Voco, Alemanha), dois primeiros incrementos foram fotopolimerizados durante 20 segundos e o terceiro, e último, durante 40 segundos.

No grupo D, a estratégia utilizada para a adesão foi *self-etch*, sendo o adesivo aplicado diretamente sobre a superfície do disco de dentina, de acordo com as recomendações do fabricante. A restauração com resina composta foi realizada da mesma forma que no grupo anterior.

Os espécimes dos grupos sem pressão pulpar (Grupos A e B) foram preparados da mesma forma, fora do dispositivo de pressão pulpar.

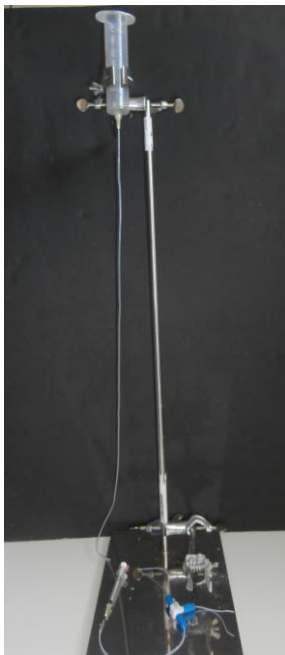


Figura 4 – Dispositivo de pressão pulpar

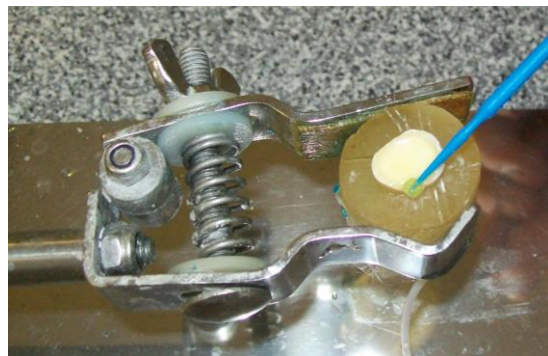


Figura 5 – Aplicação do sistema adesivo

Todos os espécimes foram armazenados em água destilada a 37°C durante 24 horas, período após o qual foram seccionados longitudinalmente com máquina de corte Isomet 1000 Precision Saw (nº série 666-IPS-03518, Buehler, Lake Bluff, IL, EUA), equipada com disco de corte impregnado de diamante (Lapcraft, OH, EUA; 4” x .012” x ½”), a baixa velocidade e com refrigeração, dividindo assim cada espécime em duas metades.

Uma das metades foi cortada nos sentidos mesio-distal e vestibulo-lingual através da interface adesiva para obter palitos de resina-dentina com uma área seccional de cerca 1mm² que foram utilizados no teste de microtração.

A outra metade foi novamente seccionada no sentido longitudinal, obtendo-se dois quartos do espécime inicial, sendo que cada um dos quartos foi preparado para visualização da interface adesiva em microscopia eletrónica de varrimento.

3.4. Microtração

Cada palito obtido foi colado individualmente num *jig* de *Geraldelli* de aço inoxidável, com cola de cianoacrilato (Permabond® 737 black magic toughened adhesive, Permabond, UK), e submetido a uma força de tração numa máquina de Teste Universal (4500, Instron, Grove City, PA, EUA), com uma célula de carga de 1kN, a uma velocidade de 1mm/minuto até ocorrer fratura. (Figuras 6 e 7)

O valor de μ TBS foi calculado pelo programa Series IX (Series IX, Automated materials test system, versão 8.34.00, nº série 21744H, Instron Corporation, Grove City, PA, EUA), através da razão entre a carga na fratura e a área de adesão e exprimido em MPa.

Cada fratura foi observada ao microscópio ótico (Nikon, Japão) com uma ampliação de 10x, para se caracterizar o tipo de fratura obtida: Adesiva (A) – interface adesiva; Coesiva de compósito (CC) – resina composta; Coesiva de dentina (CD) – no seio da dentina; Mista (M) – quando ocorre tanto na dentina como na resina composta.



Figura 6 - Jig de Geraldeli com palito a submeter ao teste de microtração

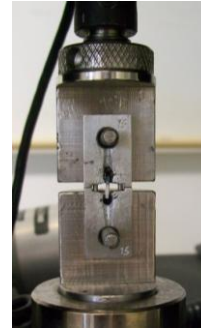


Figura 7- Palito a ser submetido ao teste de microtração

3.5. Microscopia eletrônica de varrimento (SEM)

Para caracterização da interface adesiva o espécime obtido de cada disco para ser visualizado em SEM, foi fixado em glutaraldeído 2,5% durante 24 horas, a 4°C e submersos em três banhos sucessivos de cacodilato de sódio 0,1M.

A superfície com a interface adesiva de cada espécime foi polida com lixas Silicon-Carbide (Ref. 30-5218; Buehler, Lake Bluff, IL, EUA) de abrasividade decrescente: grão 600 durante 30 segundos, grão 1000 durante 30 segundos e grão 2500 durante 30 segundos.

Seguidamente foram polidos com suspensões de diamante (Meta Di[®] Monocrystalline Diamond Suspension, Buehler, Lake Bluff, EUA) de grão 6 µm, 3 µm e 1 µm, durante 60 segundos cada, em panos de feltro (Whitefelt; Ref.162002; Buehler, Lake Bluff, IL, EUA) para polimento.

Os espécimes foram submersos num banho de ultrassons (Branson[®] Sonic Bath, modelo M2800-E, número de série BHS021631000B, Branson Ultrasonic Corporation, Danbury, EUA) com água destilada durante 1 minuto no final das lixas de grão 600, de grão 1000 e grão 2500 e entre cada pasta para remover restos de pasta de polimento e *smear-layer* remanescente.

De forma a expor a camada híbrida, os espécimes foram colocados em ácido hidroclorídrico 0,1M, durante 90 segundos e depois em hipoclorito de sódio a 10% durante 60 segundos.

Os espécimes foram lavados após cada imersão com água destilada corrente durante 30 segundos, e colocados num banho de ultrassons com água destilada durante 60 segundos, após o hipoclorito de sódio.

De seguida foi realizada uma desidratação em concentrações crescentes de etanol: 10 mL a 25% durante 1 minuto, 10 mL a 50% durante 20 minutos, 10 mL a 75%

durante 20 minutos, 10 mL a 96% durante 30 minutos e 10 mL a 100% durante 60 minutos.

Subsequentemente os espécimes foram submersos em hexametildisilazano (Ref.: 440191-1L; Sigma Aldrich) durante 10 minutos e deixados secar ao ar, sobre um papel de feltro (Whitefelt; Ref.162002; Buhler, Lake Bluff, IL, EUA), à temperatura ambiente, *overnight*.

Após este tratamento, os espécimes foram colados em discos de alumínio para microscopia eletrônica de varrimento (SEM) com fita de carbono de dupla face (NEM TAPE, Nisshin Em.Co, Ltd., Japão), com a superfície a visualizar voltada para cima. De seguida foi aplicada tinta de prata (Pelco® Colloidal Silver Liquid, lote 148005201, Ted Pella Inc., CA, EUA), com um pincel, entre o espécime e o suporte, exceto na superfície a visualizar.

No final, os espécimes foram metalizados numa atmosfera de árgon com 200nm de ouro/paládio, após serem colocados no dispositivo indicado para o efeito (JEOL Fine Coat Ion Sputter JFC-1100E, n° série SM333132-670, Tóquio, Japão).

As observações foram realizadas em microscópio eletrônico de varrimento (SEM) de alta resolução Hitachi S-450 (n.º série 5333884, Tóquio, Japão) com elétrons secundários, a 20kV. Foram capturadas microfotografias da interface dentina-adesivo com ampliações 2000x em todos os espécimes visualizados. Para uma melhor caracterização da interface dentina-adesivo, em espécimes que apresentavam uma interface muito heterogênea foram feitas microfotografias com ampliações menores. As imagens foram obtidas com o *software* Esprit 1.8.2.2167 (Bruker, MA, EUA) que se encontra associado ao microscópio.

3.6. *Análise estatística*

A análise estatística dos valores de microtração foi realizada com recurso ao programa SPSS (Statistic Package for Social Sciences; IBM SPSS statistics V21).

Para cada grupo foi calculada a média dos valores de microinfiltração e o desvio-padrão.

O teste Kolmogorov-Smirnov foi utilizado para avaliação da normalidade da distribuição de valores e o de Levene para analisar a homogeneidade das variâncias de forma a avaliar a possibilidade de utilização de testes paramétricos.

Os valores de microtração foram tratados com o teste Kruskal-Wallis e com Mann-Whitney para comparações múltiplas entre os grupos experimentais. Como tal foi efectuada a correção de Bonferroni para 6 comparações resultando num $p = 0,0083$.

4. Resultados

4.1. Caracterização morfológica da interface dentina-adesivo promovida pela aplicação do adesivo

A caracterização da interface dentina-adesivo foi realizada nos quatro grupos experimentais e é apresentada nas imagens abaixo.

Na ausência de pressão pulpar, o sistema adesivo aplicado em modo *etch&rinse* (Grupo A) promove face ao modo *self-etch* (Grupo B), a formação de uma camada híbrida mensurável, um grande número de prolongamentos de resina e de prolongamentos de resina acessórios. (Figuras 8 e 9)

Quando se comparam os grupos sem pressão pulpar (Grupos A e B), com os grupos sujeitos a pressão pulpar (Grupos C e D), observam-se mais defeitos na interface dentina-adesivo, como falhas e bolhas nestes últimos, especialmente no grupo no qual o adesivo foi aplicado em modo *self-etch*. (Figuras 8, 9, 10 e 11)

Na presença de pressão pulpar, quando o adesivo é aplicado no modo *etch&rinse* (Grupo C), os prolongamentos de resina formados são mais curtos em comparação com grupo análogo sem pressão pulpar (Grupo A). (Figuras 8 e 10)

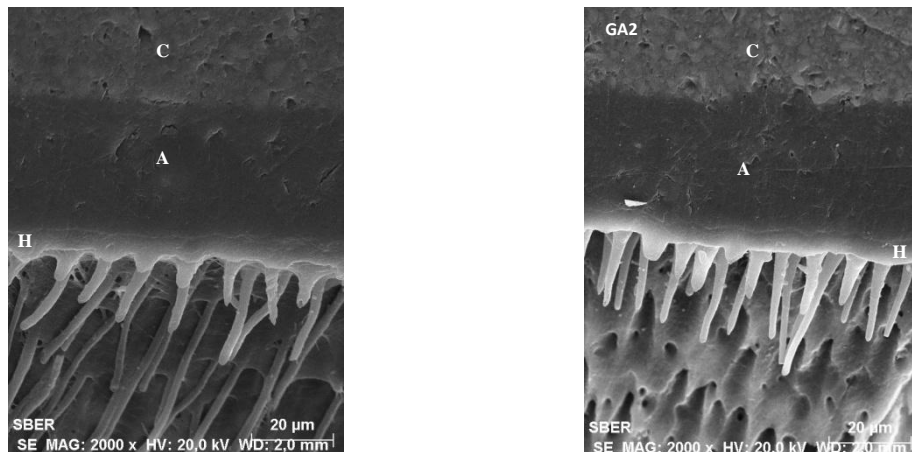


Figura 8 – Imagens de SEM da interface adesiva após estratégia *etch&rinse*, Grupo A (GA). Imagens GA1 e GA2 - ampliação 2000x. C- Compósito, A – Adesivo, H – Camada Híbrida

Estudo *in vitro* da adesão à dentina promovida por um sistema universal – Scotchbond Universal – com e sem pressão pulpar

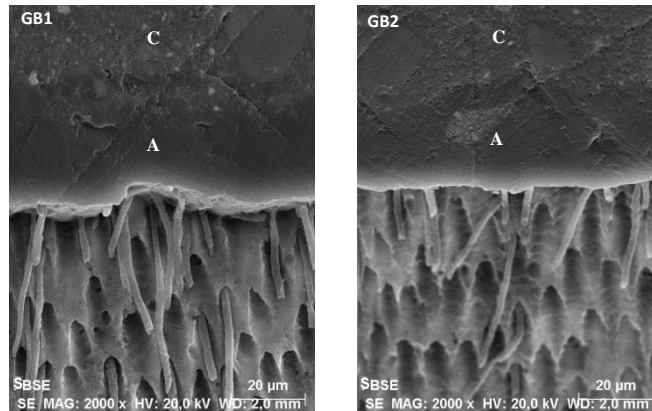


Figura 9 - Imagens de SEM da interface adesiva após estratégia *self-etch*, Grupo B (GB). Imagens GB1 e GB2 - ampliação 2000x. C- Compósito, A – Adesivo

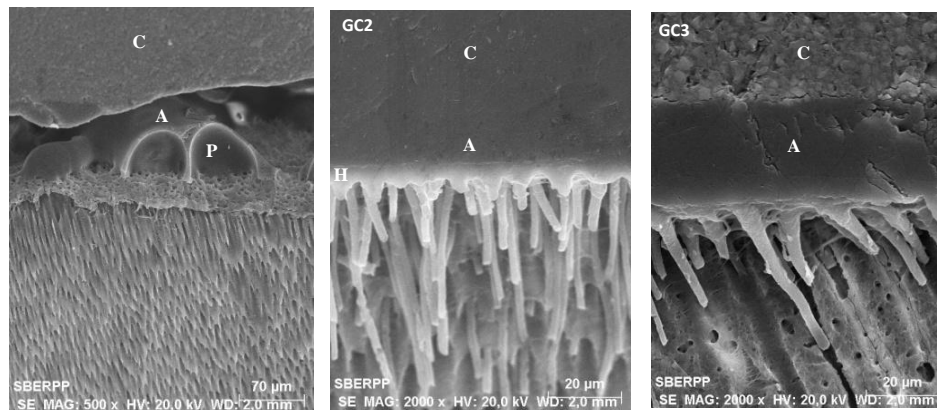


Figura 10 - Imagens de SEM da interface adesiva após estratégia *etch&rinse* com aplicação de pressão pulpar, Grupo C (GC). Imagem GC1 – ampliação 500x; Imagens GC2 e GC3 -ampliação 2000x. C- Compósito, A – Adesivo, P – porosidade, H- Camada Híbrida

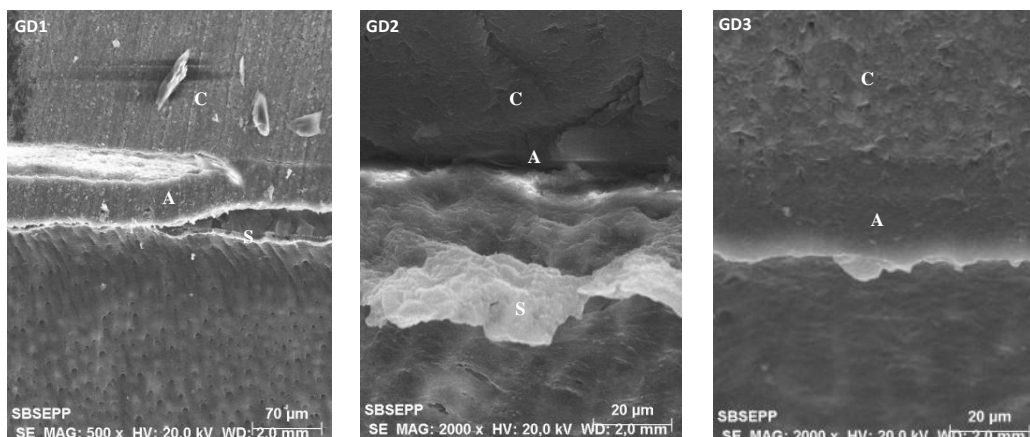


Figura 11 - Imagens de SEM da interface adesiva após estratégia *self-etch* com aplicação de pressão pulpar, Grupo D (GD). Imagem GD1 – ampliação 500x; Imagens GD2 e GD3 - ampliação 2000x. C- Compósito, A – Adesivo, S – Smear layer

4.2. Análise dos valores de microtração

A média e desvio-padrão dos valores de microtração obtidos estão representados por grupo experimental na tabela 2.

Grupos experimentais	Valores de microtração
Gr.A: Scotchbond Universal ER	31,8 (9,5)
Gr.B: Scotchbond Universal SE	33,4 (11,2)
Gr.C: Scotchbond Universal ER e pressão pulpar	33,4 (9,5)
Gr.D: Scotchbond Universal SE e pressão pulpar	4,2 (1,9)

Tabela 2 – Média e desvio padrão dos valores de microtração (MPa) por grupo experimental

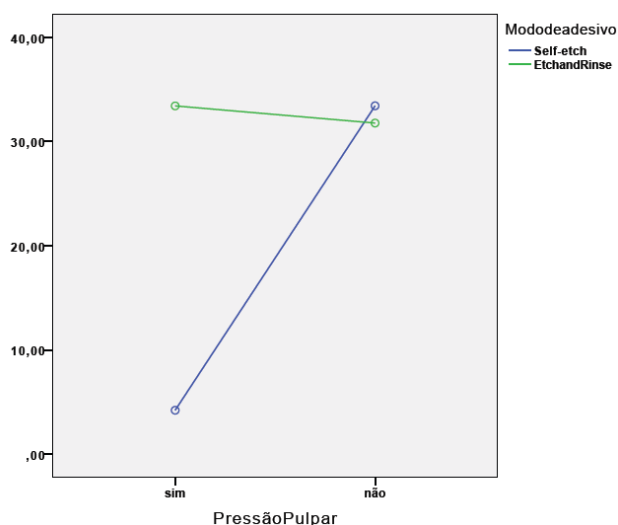


Figura 12 – Gráfico que relaciona os valores de microtração, modo de aplicação do adesivo e pressão pulpar

Todos os grupos apresentam uma média de microtração semelhante, exceto o grupo D, cuja média da microtração é consideravelmente inferior. (Tabela 2, Figura 12)

A análise dos dados com recurso ao teste de Kolmogorov-Smirnov revelou que existia normalidade na distribuição dos valores mas a análise com o teste de Levene mostrou que não existia homogeneidade, pelo que subsequentemente foram realizados testes não paramétricos de Kruskal-Wallis e Mann-Whitney para comparações de amostras independentes. (Tabelas A. 1 e A. 2)

Foram detetadas diferenças significativas entre os grupos experimentais. (Tabela A. 3)

Em ausência de pressão pulpar o modo de aplicação do adesivo, *self-etch* ou *etch&rinse*, não registou diferenças significativas ($p > 0,05$). (Tabela A.4)

Quando sujeitos a pressão pulpar os espécimes em que o modo de aplicação do adesivo foi realizado segundo a técnica *self-etch*, registaram valores de resistência adesiva significativamente inferiores aos obtidos com a técnica *etch&rinse* ($p<0,05$). (Tabela A. 5)

As fraturas após o teste de microtração foram observadas e registadas, observando-se um maior número de fraturas do tipo coesivas no adesivo no grupo *etch&rinse* com pressão pulpar e do tipo mistas para os restantes grupos.

5. Discussão

Nos estudos *in vitro* é fundamental simular condições que representem a realidade clínica. No caso dos estudos de sistemas adesivos torna-se importante a aplicação de pressão pulpar de modo a poder predizer com maior precisão qual será o comportamento esperado do adesivo.

Alguns estudos têm recorrido à utilização de dispositivos de simulação de pressão pulpar, de modo a avaliar a influência desta variável na durabilidade e estabilidade da adesão. (Chersoni *et al.*, 2004; Hashimoto *et al.*, 2004; Hosaka *et al.*, 2007; Rosales-leal *et al.*, 2007; Sauro *et al.*, 2007; Rodrigues *et al.*, 2015)

Contudo, o valor de pressão pulpar não é consensual na literatura, compreendendo valores entre 15 a 200 cmH₂O. (Ciucchi *et al.*, 1995; Grégoire *et al.*, 2003; Chersoni *et al.*, 2004; Cadenaro *et al.*, 2005; Rosales-leal *et al.*, 2007; Rodrigues *et al.*, 2015)

No presente estudo o valor de pressão pulpar utilizado, 77 cmH₂O, foi calculado por Brown e Yankowitz através de medições diretas de pressão pulpar *in vivo*, as quais consideramos terem evidência suficientemente forte para optarmos por este valor. (Brown & Yankowitz, 1964)

A pressão pulpar poderia ser considerada negligenciável devido ao facto de clinicamente os procedimentos adesivos serem realizados sob anestesia local e o vasoconstritor diminuir os valores de pressão pulpar. Contudo, da análise de vários estudos observou-se que o efeito do vasoconstritor na pressão pulpar é transitório e de curta duração, pelo que quando se inicia o procedimento adesivo *in vivo* a pressão pulpar já retomou o seu valor basal. (Beveridge & Brown, 1965; Harrington *et al.*, 1970; Simard-savoie *et al.*, 1979; Simard-Savoie *et al.*, 1990)

Para a realização do teste de microtração, após o procedimento adesivo é necessário um processamento do espécime, sendo este moroso e de grande sensibilidade técnica. Esta preparação dos espécimes é bastante invasiva e caso não seja feita cuidadosamente pode condicionar a introdução de defeitos na interface e potenciar uma propagação de fendas “precoce”, levando a adesão a falhar com uma menor força durante a realização do teste. (Van Meerbeek *et al.* 2010a)

No presente estudo, as falhas prévias ao teste de microtração não foram contabilizadas devido à elevada manipulação dos espécimes até à realização do teste e por esse motivo não podemos saber com exatidão qual a magnitude das forças a que foram sujeitos.

De referir apenas que o grupo com adesivo aplicado em modo *self-etch* com pressão pulpar apresentou o maior número de fraturas anteriores ao teste de microtração.

No presente estudo, a análise da morfologia da interface adesiva revelou variações entre estas duas estratégias adesivas. Assim, no grupo *etch&rinse* sem pressão pulpar é possível observar uma camada híbrida mensurável, prolongamentos de resina e prolongamentos de resina acessórios, enquanto que no grupo *self-etch* sem pressão pulpar não se consegue, com a microscopia de varrimento utilizada, visualizar uma camada híbrida, sendo os prolongamentos de resina mais curtos. Estes resultados seriam expectáveis pois estão já amplamente descritos na literatura, não para este sistema adesivo mas para as mesmas estratégias adesivas. (Van Meerbeek *et al.*, 2003; Hanabusa *et al.*, 2012; Sezinando, 2014; Chen *et al.*, 2015). O Scotchbond Universal® é um adesivo com um pH de 2,7, sendo classificado como um *self-etch* ultra-suave. Quando usado com essa estratégia, a sua penetração na dentina é apenas superficial, desmineralizando-a ligeiramente e deixando uma quantidade considerável de cristais de hidroxiapatite em redor das fibras de colagénio. Deste modo, os *self-etch* ultra-suaves conseguem desmineralizar os *smear-plugs* apenas superficialmente, sendo mais difícil a formação de prolongamentos de resina. (Van Meerbeek *et al.*, 2010; Sezinando, 2014)

Assim, temos de rejeitar a primeira hipótese nula pois verificam-se diferenças morfológicas na camada híbrida promovida pelas duas estratégias adesivas.

No entanto, os resultados de resistência adesiva dos espécimes com adesivo *self-etch* ou *etch&rinse* sem pressão pulpar parecem não se adequar a esta análise morfológica uma vez que não foram verificadas diferenças entre os valores de resistência adesiva entre estas duas estratégias adesivas, sem pressão pulpar. Estes resultados são também semelhantes a outros ensaios experimentais descritos na literatura. Nestes, os autores explicam a semelhança de valores de resistência adesiva à dentina entre a estratégia *self-etch* ou *etch&rinse*, através da interação química com a dentina parcialmente desmineralizada. (Muñoz *et al.*, 2013, 2014; Luque-martinez *et al.*, 2014; Marchesi *et al.*, 2014; Wagner *et al.*, 2014)

Apesar da fraca desmineralização do substrato dentinário promovida pelo modo *self-etch*, foi possível obter resultados de resistência adesiva semelhantes aos do modo *etch&rinse*, provavelmente devido à presença do monómero funcional 10-MDP. (Van Meerbeek *et al.*, 2010) O 10-MDP é um monómero ácido, presente frequentemente nos sistemas adesivos universais, capaz de formar ligações iónicas fortes com o cálcio.

(Landuyt *et al.*, 2007) Face a outros monómeros acídicos, como o 4-MET e o P-Phenyl, o 10-MDP consegue estabelecer ligações mais fortes com a hidroxiapatite presente no esmalte e dentina, e promove uma maior estabilidade da interface dentina-adesivo em água, devido à baixa dissolução dos sais que forma. (Yoshida *et al.*, 2004; Landuyt *et al.*, 2007; Van Meerbeek *et al.*, 2010; Marchesi *et al.*, 2014)

Poderíamos desta forma esperar que os valores de resistência adesiva à dentina promovidos pelo sistema adesivo universal utilizado neste estudo se mantivessem com aplicação de pressão pulpar, uma vez que nestas condições a presença de água é uma constante, já que essa pressão garante um fluxo contínuo de água através dos túbulos dentinários desde a câmara pulpar até à dentina, tornando a sua superfície húmida. (Ciucchi *et al.*, 1995)

No entanto, no presente estudo, comparativamente com os valores obtidos sem pressão, a pressão pulpar promoveu uma diminuição estatisticamente significativa dos valores de resistência adesiva quando utilizado o modo *self-etch*, não se verificando tais diferenças quando o adesivo foi aplicado segundo uma estratégia *etch&rinse*.

Assim, temos de aceitar a quinta hipótese nula, pois no caso do grupo *etch&rinse* não se verificam diferenças significativas nos valores de resistência adesiva com a aplicação de pressão pulpar, e rejeitar a sexta hipótese nula pois no grupo *self-etch* foram detetadas diferenças significativas nos mesmos valores obtidos com a aplicação de pressão pulpar.

A morfologia da interface dentina-adesivo do grupo *self-etch* com pressão pulpar parece adequar-se aos baixos valores de resistência adesiva pois conseguem observar-se defeitos na interface (porosidades e falhas) e ausência de prolongamentos de resina na maior parte da área aderida. Por outro lado, nos grupos onde o adesivo foi aplicado em modo *etch&rinse* em presença de pressão pulpar, embora se verifiquem defeitos na interface dentina-adesivo estes não se refletem nos valores de resistência adesiva a curto prazo.

Por conseguinte temos de rejeitar a terceira e quarta hipótese nula pois existem diferenças na morfologia da camada híbrida promovida pela aplicação do adesivo em modo *etch&rinse* e *self-etch* com a aplicação de pressão pulpar.

De acordo com um estudo de Sauro *et al.*, a água consegue penetrar no adesivo após a sua polimerização, pelo que podemos considerar que a sua infiltração na camada de adesivo durante a aplicação do mesmo será superior quando todo o procedimento é realizado sob pressão pulpar, promovendo a inclusão de porosidades e falhas na

interface adesiva. (Sauro *et al.*, 2007) Assim, seria espectável que quando o adesivo é aplicado em modo *etch&rinse* existisse uma maior formação de defeitos na interface dentina-adesivo, visto que o condicionamento ácido remove a *smear-layer* e por conseguinte desobstrui os túbulos dentinários, permitindo a livre passagem da água. (Prati *et al.*, 1995)

Quando comparamos as interfaces adesivas dos grupos nos quais o adesivo foi aplicado em modo *etch&rinse* observamos uma camada híbrida possivelmente de menores dimensões face ao grupo sem pressão pulpar e com um menor número de prolongamentos de resina, sendo estes igualmente de menores dimensões.

Deste modo temos de rejeitar a segunda hipótese nula pois verificaram-se diferenças na morfologia da interface dentina-adesivo aquando da aplicação do adesivo em modo *etch&rinse* e em presença de pressão pulpar.

Apesar da menor densidade e comprimento dos prolongamentos de resina e dos defeitos estruturais na interface dentina adesivo não ter tido expressão nos valores de resistência adesiva às 24 horas obtidos no presente trabalho, é possível que esta morfologia contribua para uma diminuição dos valores a longo prazo.

Ao se utilizar um ácido ortofosfórico, para o condicionamento da superfície dentinária, é removida a *smear-layer* e desmineralizada a superfície de dentina subjacente. No caso da presença de pressão pulpar positiva essa desmineralização parece ser menor do que em ausência de pressão pulpar provavelmente porque, como descrito por alguns autores, a água leva a uma neutralização do ácido, impedindo a progressão deste até a polpa (Brännström & Nordenvall, 1977; Fusayama, Inokoshi, & Iwaku, 1982). Da mesma forma, para se conseguir uma boa adesão com um adesivo *self-etch* é necessário que este consiga dissolver parcialmente e permear a *smear-layer*, de forma a que uma concentração suficiente de monómeros funcionais atinja a dentina subjacente e interaja com esta para promover forças de resistência adesiva adequadas. Embora a *smear-layer* obstrua os túbulos dentinários, esta é permeável possibilitando a passagem de fluido dentinário. (Pashley, 1992b; Watanabe *et al.*, 1994; Tay *et al.*, 2000) Assim, a difusão dos monómeros acídicos através dos microcanais existentes no interior da *smear-layer*, e que em presença de pressão pulpar estão repletos de água pode levar a uma rápida neutralização dos monómeros acídicos, sendo que apenas uma quantidade reduzida de monómeros consegue atingir o substrato dentinário. (Belli *et al.*, 2011) Como resultado, as ligações promovidas pelo monómero 10-MDP, do adesivo quando

aplicado como modo *self-etch* em condições de pressão pulpar, serão formadas apenas com o cálcio residual presente na *smear-layer*.

Considerando que as forças coesivas da *smear-layer* estão compreendidas entre os 5-6 MPa (Pashley, 1992a) e que os valores de resistência adesiva obtidos no presente estudo se encontram na mesma ordem, podemos assumir que a adesão do grupo *self-etch* com pressão pulpar foi realizada à *smear-layer* e não ao substrato dentinário, condicionando assim os baixos valores no teste de microtração.

Em relação ao tipo de falhas observadas após o teste de microtração foi registrado maior número de falhas do tipo coesivas no adesivo no grupo *etch&rinse*. Este é também o grupo em que houve presença de maior número de defeitos estruturais na análise da morfologia da interface dentina-adesivo, assim, podemos inferir que no caso deste grupo a água interferiu mais com a camada de adesivo, condicionando os resultados da resistência adesiva.

A literatura refere que a alteração de algumas variáveis controladas pelo operador podem potencializar um melhor desempenho dos adesivos universais.

A aplicação de múltiplas camadas de adesivo, sobretudo quando se trata de estratégia adesiva *self-etch* e de adesivos com pH ultra-suave, permite uma maior concentração de monómeros funcionais, os quais conseguem aumentar o poder ácido do adesivo, podendo deste modo o adesivo conseguir ultrapassar a *smear-layer* e atingir a superfície de dentina a aderir, em condições de pressão pulpar. (Ito *et al.*, 2005; Belli *et al.*, 2011)

Adicionalmente, de entre estas variáveis destacam-se ainda o aumento do tempo de polimerização e do tempo de secagem dos adesivos, as quais podem diminuir a inclusão de bolhas na interface adesiva, bem como o aumento dos valores de resistência adesiva. (Cadenaro *et al.*, 2005; Sauro *et al.*, 2007; Luque-martinez *et al.*, 2014) O estudo da influência das variáveis controladas pelo operador acima referidas será fundamental, de modo a tentar melhorar os resultados obtidos com este sistema adesivo em condições de pressão pulpar positiva.

Igualmente, no futuro, será fundamental a realização de estudos a longo prazo que avaliem a influência da pressão pulpar nos valores de resistência adesiva, sobretudo quando o adesivo é aplicado em modo *etch&rinse*, de forma a permitir uma melhor caracterização do desempenho do sistema adesivo Scotchbond Universal®.

6. Conclusão

Dentro das limitações deste estudo é possível concluir que:

- A presença de pressão pulpar positiva levou à criação de defeitos na interface dentina-adesivo, assim como a uma diminuição da resistência adesiva de um sistema adesivo universal quando utilizado no modo *self-etch*;
- Quando em modo *self-etch* e em presença de pressão pulpar, os menores valores de resistência adesiva detectados parecem ser devidos à incapacidade do adesivo atravessar uma *smear-layer* repleta de água e atingir o substrato dentinário;
- Quando a estratégia adesiva utilizada foi o *etch&rinse*, não se verificou uma redução da resistência adesiva em presença de pressão pulpar embora existam defeitos na interface dentina-adesivo;
- No futuro será relevante estudar o comportamento do adesivo Scotchbond Universal® a longo prazo com aplicação de pressão pulpar, quando o adesivo é aplicado em modo *etch&rinse*.

7. Referências bibliográficas

1. Belli R, Sartori N, Peruchi LD, Guimarães JC, Veira LC, Baratieri LN, *et al.* Effect of multiple coats of ultra-mild All-in- One adhesives on bond strength to dentin covered with two different smear layer. J Adhes Dent. 2011;13:507–16.
2. Beveridge EE, Brown AC. The measurement of human dental intrapulpal pressure and its response to clinical variables. Oral Surgery, Oral Med Oral Pathol. 1965;19:655–68.
3. Bouillaguet S, Gysi P, Wataha JC, Ciucchi B, Cattani M, Godin C, *et al.* Bond strength of composite to dentin using conventional , one-step , and self-etching adhesive systems. J Dent. 2001;29:55–61.
4. Brannstrom M, Nordenvall KJ. Bacterial Penetration , Pulpal Reaction and the Inner Surface of Concise Enamel Bond . Composite Fillings in Etched and Unetched Cavities. J Dent Res. 1977;57(1):3–10.
5. Brown a. C, Yankowitz D. Tooth Pulp Tissue Pressure and Hydraulic Permeability. Circ Res. 1964; 15(1):42–50.
6. Cadenaro M, Antonioli F, Sauro S, Tay FR, Di Lenarda R, Prati C, *et al.* Degree of conversion and permeability of dental adhesives Degree of conversion and permeability of dental adhesives. Eur Jouna Oral Sci. 2005;115:525–30.
7. Cardoso M V, de Almeida Neves a, Mine a, Coutinho E, Van Landuyt K, De Munck J, *et al.* Current aspects on bonding effectiveness and stability in adhesive dentistry. Aust Dent J. 2011;56 Suppl 1:31–44.
8. Chen C, Niu L, Xie H, Zhang Z, Zhou L, Jiao K, *et al.* Bonding of universal adhesives to dentin—old wine in new bottles? J Dent. 2015;43(5):525–36.
9. Chersoni S, Suppa P, Grandini S, Goracci C, Monticelli F, Yiu C, *et al.* In vivo and in vitro permeability of one-step self-etch adhesives. J Dent Res. 2004;83(6):459–64.
10. Ciucchi B, Bouillaguet S, Holz J, Pashley D. Dentinal fluid dynamics in human teeth, in vivo. J Endod. 1995; 21(4):191–4.
11. Clark V. Sample size determination. Plast Reconstructive Surg. 1991;87(3):569–73.
12. Fusayama T, Inokoshi S, Iwaku M. Pulpal response to a new adhesive restorative resin. J Dent Res. 1982;61(8):1014–9.
13. Garberoglio R, Brannstrom M. Scanning electron of human microscopic investigation. Arch Oral Biol. 1976;21:355–62.
14. Grégoire G, Joniot S, Guignes P, Millas A. Dentin permeability: Self-etching and

- one-bottle dentin bonding systems. J Prosthet Dent. 2003;90:42–9.
15. Hanabusa M, Mine A, Kuboki T, Momoi Y, Van Ende A, Van Meerbeek B, *et al.* Bonding effectiveness of a new “multi-mode” adhesive to enamel and dentine. J Dent. 2012;40(6):475–84.
 16. Harrington GW, Brown AC, Van Hassel H. Effect of Local Anaesthetics on Intrapulpal Pressure. J Dent Res. 1970;48:370.
 17. Hashimoto M, De Munck J, Ito S, Sano H, Kaga M, Oguchi H, *et al.* In vitro effect of nanoleakage expression on resin-dentin bond strengths analyzed by microtensile bond test, SEM / EDX and TEM. Biomaterials. 2004;25:5565–74.
 18. Hassel H Van. Physiology of the human dental pulp. Oral Surgery, Oral Med Oral Pathol. 1971; 32:126–34.
 19. Heintze S, Zimmerli B. Relevance of in vitro tests of adhesive and composite dental materials - A review in 3 parts. Res Sci. 2011;121(11):1024–32.
 20. Hosaka K, Nakajima M, Yamauti M, Aksornmuang J, Ikeda M, Foxton RM, *et al.* Effect of simulated pulpal pressure on all-in-one adhesive bond strengths to dentine. J Dent. 2007; 35(3):207–13.
 21. Ito S, Tay FR, Hashimoto M, Yoshiyama M, Saito T, Brackett WW, *et al.* Effects of multiple coatings of two all-in-one adhesives on dentin bonding. J Adhes Dent. 2005;7(2):133–41.
 22. Landuyt KL Van, Snauwaert J, Munck J De, Peumans M, Coutinho E, Suzuki K, *et al.* Systematic review of the chemical composition of contemporary dental adhesives. Biomaterials. 2007;28:3757–85.
 23. Liu Y, Tjäderhane L, Breschi L. Limitations in bonding to dentin and experimental strategies to prevent bond degradation. J Dent. 2011; 90(8):953–68.
 24. Luque-martinez I V, Perdigão J, Mu MA, Sezinando A, Reis A, Loguercio AD. Effects of solvent evaporation time on immediate adhesive properties of universal adhesives to dentin. Dent Mater. 2014;30:1126–35.
 25. Marchesi G, Breschi L, Frassetto A, Mazzoni A, Cadenaro M, Apolonio F, *et al.* Adhesive performance of a multi-mode adhesive system: 1-Year in vitro study. J Dent. 2014;42:603–12.
 26. Van Meerbeek B, Munck J De, Yoshida Y, Inoue S, Vargas M, Vijay P, *et al.* Buonocore memorial lecture. Adhesion to Enamel and Dentin: Current Status and Future Challenges. Oper Dent. 2003;28(3):215–35.
 27. Van Meerbeek B, Yoshihara K, Yoshida Y, Mine A, De Munck J. State of the art of self-etch adhesives. Dent Mater. 2010;27(1):17–28.

28. Muñoz MA, Loguercio AD, Reis A, Luque I, Hass V, Bombarda N. Immediate bonding properties of universal adhesives to dentine. *J Dent*. 2013;41:404–11.
29. Muñoz MA, Sezinando A, Luque-Martinez I, Szesz AL, Reis A, Loguercio A, *et al*. Influence of a hydrophobic resin coating on the bonding efficacy of three universal adhesives. *J Dent*. 2014;42:595–602.
30. Oliveira N. Estudo da Morfologia da Camada Híbrida e da Nanoinfiltração de um Sistema Adesivo Universal. Universidade de Lisboa; 2014.
31. Park S, Wang D, Zhang D, Romberg E, Arola D. Mechanical properties of human enamel as a function of age and location in the tooth. *J Mater Sci Mater Med*. 2008;19:2317–24.
32. Pashley DH. Smear Layer: physiological considerations. *Oper Dent*. 1984;Supplment :13–29.
33. Pashley DH. Smear layer: overview of structure and function. *Proc teh Finnish Dent Soc*. 1992a;88(1):215–24.
34. Pashley DH. The effects of acid etching on the pulpodentin complex. *Oper Dent*. 1992b;17(6):229–42.
35. Pashley DH, Carvalho RM. Dentine permeability and dentine adhesion. *J Dent*. 1997;25(5):355–72.
36. Perdigão J. Dentin bonding-variables related to the clinical situation and the substrate treatment. *Dent Mater*. 2010; 26(2):e24–37.
37. Perdigão J, Kose C, Mena-Serrano A, De Paula E, Tay L, Reis A, *et al*. A New Universal Simplified Adhesive: 18-Month Clinical Evaluation. *Oper Dent*. 2014;39(2):113–27.
38. Perdigão J, Loguercio D. Universal or Multi-mode Adhesives: Why and How? *J Adhes Dent*. 2014;16(2):193–4.
39. Perdigão J, Reis A, Loguercio AD. Dentin adhesion and MMPs: a comprehensive review. *J Esthet Restor Dent*. 2013; 25(4):219–41.
40. Perdigão J, Swift EJ. Universal Adhesives. *J Esthet Restor Dent*. 2016;27(6):331–4.
41. Prati C, Ferrieri P, Galloni C, Mongiorgi R, Davidson C. Dentine permeability and bond quality as affected by new bonding systems. *J Dent*. 1995;23(4):217–26.
42. Reeder OW, Walton RE, Livingston RJ, Pashley DH. Dentin Permeability: Determinants of hydraulic conductance. *J Dent Res*. 1978;57(7):187–93.
43. Rodrigues S, Oliveira N, Chasqueira F, Arantes-Oliveira S. Permeabilidade dentinária e morfologia da interface adesiva de diferentes sistemas adesivos. *Rev Port Estomatol Med Dentária e Cir Maxilofac*. 2015;56(1):42–50.

44. Rosales-leal JI, Torre-moreno MJ, Bravo M. Effect of Pulp Pressure on the Micropermeability and Sealing Ability of Etch & Rinse and Self-etching Adhesives. *Oper Dent*. 2007;32(3):242–50.
45. Sauro S, Pashley DH, Montanari M, Chersoni S, Carvalho RM, Toledano M, *et al*. Effect of simulated pulpal pressure on dentin permeability and adhesion of self-etch adhesives. *Dent Mater*. 2007; 23(6):705–13.
46. Schiltz-Taing M, Wang Y, Suh B, Brown D, Chen L. Effect of tubular orientation on the dentin bond strenght of acidic self-etch adhesives. *Oper Dent*. 2011;36(1):86–91.
47. Sezinando A. Looking for the ideal adhesive – A review. *Rev Port Estomatol Med Dentária e Cir Maxilofac*. 2014; 55(4):194–206.
48. Simard-savoie S, Lemay H, Taleb L. The Effect of Epinephrine on Pulpal Microcirculation. *J Dent Res*. 1979;58:2074–9.
49. Simard-Savoie S, Perrault I, Perron MJ. Effects of articaine on intrapulpal, mandibular, and femnoral pressures in dogs. *Anesth Prog*. 1990;37:16–9.
50. Tay FR, Carvalho RM, Sano H, Pashley DH. Effect of smear layers on the bonding of a self-etching primer to dentin. *J Adhes Dent*. 2000;2:99–116.
51. Wagner A, Wendler M, Petschelt A, Belli R, Lohbauer U. Bonding performance of universal adhesives in different etching modes. *J Dent*. 2014;42(7):800–7.
52. Watanabe I, Nakabayashi N, Pashley DH. Bonding to ground dentin by a phenyl-P self-etching primer. *J Dent Res*. 1994;73(6):1212–20.
53. Yoshida Y, Nagakane K, Fukuda R, Nakayama Y, Okazaki M, Shintani H, *et al*. Comparative study on adhesive performance of functional monomers. *J Dent Res*. 2004;83(6):454–8.

Estudo *in vitro* da adesão à dentina promovida por um sistema universal – Scotchbond
Universal – com e sem pressão pulpar

Anexo A – Tabelas

Estudo *in vitro* da adesão à dentina promovida por um sistema universal – Scotchbond Universal – com e sem pressão pulpar

Tabela A. 1 – Testes de Kolmogorov-Smirnov para avaliação da normalidade da distribuição de valores.

Tests of Normality						
grupo_experimental		Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk	
		Statistic	df	Sig.	Statistic	Sig.
Microtração	Selfetch com pressao pulpar	,122	10	,200 [*]	,969	,877
	Selfetch sem pressão pulpar	,170	10	,200 [*]	,941	,559
	Etchandrinse com pressao pulpar	,185	10	,200 [*]	,946	,619
	Ecthandrinse sem pressao pulpar	,155	10	,200 [*]	,943	,583

*. This is a lower bound of the true significance.

a. Lilliefors Significance Correction

Tabela A. 2 - Testes de Levene para avaliação de homogeneidade.

Test of Homogeneity of Variance					
		Levene Statistic	df1	df2	Sig.
Microtração	Based on Mean	12,728	1	38	,001
	Based on Median	8,236	1	38	,007
	Based on Median and with adjusted df	8,236	1	30,238	,007
	Based on trimmed mean	12,071	1	38	,001

Tabela A. 3 - Teste Kruskal-Wallis para análise dos valores de microtração entre os grupos experimentais

Ranks		
grupo_experimental	N	Mean Rank
Selfetch com pressao pulpar	10	5,50
Selfetch sem pressão pulpar	10	25,60
Etchandrinse com pressao pulpar	10	26,30
Ecthandrinse sem pressao pulpar	10	24,60
Total	40	

Test Statistics ^{a,b}	
	Microtração
Chi-Square	22,058
df	3
Asymp. Sig.	,000

Estudo *in vitro* da adesão à dentina promovida por um sistema universal – Scotchbond Universal – com e sem pressão pulpar

Tabela A. 4 - Teste Mann-Whitney para análise dos valores de microtração nos grupos sem pressão pulpar

		Ranks		
	grupo_experimental	N	Mean Rank	Sum of Ranks
Microtração	Selfetch sem pressão pulpar	10	10,90	109,00
	Etchandrinse sem pressao pulpar	10	10,10	101,00
	Total	20		

Test Statistics ^a	
	Microtração
Mann-Whitney U	46,000
Wilcoxon W	101,000
Z	-,302
Asymp. Sig. (2-tailed)	,762
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	,796 ^b

a. Grouping Variable: grupo_experimental

b. Not corrected for ties.

Tabela A. 5 - Teste Mann-Whitney para análise dos valores de microtração nos grupos em que foi aplicada pressão pulpar

		Ranks		
	grupo_experimental	N	Mean Rank	Sum of Ranks
Microtração	Selfetch com pressao pulpar	10	5,50	55,00
	Etchandrinse com pressao pulpar	10	15,50	155,00
	Total	20		

Test Statistics ^a	
	Microtração
Mann-Whitney U	,000
Wilcoxon W	55,000
Z	-3,780
Asymp. Sig. (2-tailed)	,000
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	,000 ^b

a. Grouping Variable: grupo_experimental

b. Not corrected for ties.

Estudo *in vitro* da adesão à dentina promovida por um sistema universal – Scotchbond Universal – com e sem pressão pulpar

Tabela A. 6 - Teste de Mann-Whitney para análise dos valores de microtração entre os grupos *self-etch* com pressão pulpar e *etch&rinse* sem pressão pulpar

Ranks			
grupo experimental	N	Mean Rank	Sum of Ranks
Selfetch com pressao pulpar	10	5,50	55,00
Microtração Etchandrins sem pressao pulpar	10	15,50	155,00
Total	20		

Test Statistics ^a	
	Microtração
Mann-Whitney U	,000
Wilcoxon W	55,000
Z	-3,780
Asymp. Sig. (2-tailed)	,000
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	,000 ^b

a. Grouping Variable: grupo_experimental

b. Not corrected for ties.

Tabela A. 7 - Teste de Mann-Whitney para análise dos valores de microtração entre os grupos *self-etch* sem pressão pulpar e *etch&rinse* com pressão pulpar

Ranks			
grupo experimental	N	Mean Rank	Sum of Ranks
Selfetch sem pressão pulpar	10	10,20	102,00
Microtração Etchandrins com pressao pulpar	10	10,80	108,00
Total	20		

Test Statistics ^a	
	Microtração
Mann-Whitney U	47,000
Wilcoxon W	102,000
Z	-,227
Asymp. Sig. (2-tailed)	,821
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	,853 ^b

a. Grouping Variable: grupo_experimental

b. Not corrected for ties.

Estudo *in vitro* da adesão à dentina promovida por um sistema universal – Scotchbond Universal – com e sem pressão pulpar

Tabela A. 8 - Teste Mann-Whitney para análise dos valores de microtração quando o adesivo é aplicado em modo *self-etch*

Ranks			
grupo_experimental	N	Mean Rank	Sum of Ranks
Selfetch com pressao pulpar	10	5,50	55,00
Microtração Selfetch sem pressão pulpar	10	15,50	155,00
Total	20		

Test Statistics ^a	
	Microtração
Mann-Whitney U	,000
Wilcoxon W	55,000
Z	-3,780
Asymp. Sig. (2-tailed)	,000
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	,000 ^b

a. Grouping Variable: grupo_experimental

b. Not corrected for ties.

Tabela A. 9 - Teste Mann-Whitney para análise dos valores de microtração quando o adesivo é aplicado em modo *etch&rinse*

Ranks			
grupo_experimental	N	Mean Rank	Sum of Ranks
Etchandrins com pressao pulpar	10	11,00	110,00
Microtração Etchandrins sem pressao pulpar	10	10,00	100,00
Total	20		

Test Statistics ^a	
	Microtração
Mann-Whitney U	45,000
Wilcoxon W	100,000
Z	-,378
Asymp. Sig. (2-tailed)	,705
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	,739 ^b

a. Grouping Variable: grupo_experimental

b. Not corrected for ties.

